



Universidade de São Paulo

Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI

Departamento de Genética e Biologia Evolutiva - IB/BIO

Artigos e Materiais de Revistas Científicas - IB/BIO

2013-03

O Uso de modelos na Ciência e no ensino de Ciências

Boletim de História e Filosofia da Biologia, Campinas, v. 7, n. 1, p. 4-10, mar. 2012

<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/44953>

Downloaded from: Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI, Universidade de São Paulo



ISSN 1982-1026

Boletim de História e Filosofia da Biologia

Volume 7, número 1

Março de 2013

Publicado pela Associação Brasileira de
Filosofia e História da Biologia (ABFHIB)

<http://www.abfhib.org>

Sumário:

1. Encontro de História e Filosofia da Biologia 2013
2. Evento sobre História e Filosofia da Biologia
3. Dissertações recentes da área de História e Filosofia da Biologia
4. “O uso de modelos na ciência e no ensino de ciências”, por Maria Elice B. Prestes
5. Resenha: “Sobre o quebra-cabeça da existência”, de autoria de José Costa Júnior, sobre o livro *Polemos: uma análise crítica do darwinismo* (2006), de José Oswaldo de Meira Penna

1. ENCONTRO DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA BIOLOGIA 2013

*Prazo para inscrição de trabalhos
prorrogado para 15 de abril de 2013.*

O Encontro de História e Filosofia da Biologia 2013 (EHFB 2013), promovido pela Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHIB), será realizado na Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), com apoio do Grupo Fritz Müller-Desterro de Estudos em Filosofia e História da Biologia (UFSC) e da Fapesp, de 07 a 09 de agosto de 2013.

As sessões serão realizadas na UNISUL, Campus Universitário Grande Florianópolis, Unidade Trajano, Centro, Florianópolis, SC.

O EHFB 2013 contará com conferência de abertura proferida por:

* **Prof. Dr. Eric Buffetaut**, do Laboratório de Geologia da Escola Normal Superior de Paris.

As informações do Encontro de História e Filosofia da Biologia 2013 podem ser consultadas no site da abfhib, no endereço <http://www.abfhib.org/Encontro.html>

Realização:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FILOSOFIA E HISTÓRIA DA BIOLOGIA
<http://www.abfhib.org/>

Georges Cuvier (1769-1832) e o fóssil de um marsupial, inesperadamente encontrado nos arredores de Paris. Retrato de Cuvier feito por Zdeněk Burian (1905-1981), para o livro de Josef Augusta intitulado *Prehistoric Birds and Reptiles* (1961)

Apoio:

UNISUL
UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

Grupo Fritz Müller-Desterro de Estudos em Filosofia e História da Biologia – UFSC

FAPESP

Encontro de História e Filosofia da Biologia 2013

UNISUL
Campus Universitário Grande Florianópolis
Unidade Trajano – Rua Trajano, 219 – Centro
Florianópolis – SC – Brasil
07 a 09 de agosto de 2013

COMISSÃO ORGANIZADORA
Felipe Faria (CFH-UFSC) - Presidente
Gustavo Caponi (CFH-UFSC)
Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)
João Vicente Alfays dos Santos (PPGECT-UFSC)

COMISSÃO CIENTÍFICA
Gustavo Caponi (CFH-UFSC) - Presidente
Aldo Mellender de Araújo (UFRGS); Ana Maria de A. Caldeira (UNESP/Bauru);
Anna Carolina K. P. Regner (Unisinos); Charbel El-Hani (UFBA); Lillian Al Chuey
Pereira Martins (FCC/SP-USP); Nello Bizzo (USP); Ricardo Watzbort (COC /
Florianópolis); Roberto de A. Martins (UEP).

2. EVENTO SOBRE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA BIOLOGIA



Garcia de Orta's *Colloquies of the Simples and Drugs of India*
International Meeting commemorating the 450 years of publication

Fundação Calouste Gulbenkian

Lisboa, 10-11 Abril, 2013

Organizadores:

Palmira Fontes da Costa, Adelino Cardoso, Jorge Soares e Sérgio Gulbenkian.

Instituições organizadoras:

Fundação Calouste Gulbenkian, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Centro de História da Cultura.

Em 2013 celebram-se os 450 anos da publicação de uma das mais importantes obras da história da medicina em Portugal, os *Colóquios dos simples e das drogas da Índia* de Garcia de Orta (Goa, 1563).

Para celebrar este evento, realiza-se na Fundação Calouste Gulbenkian, no próximo mês de abril, a conferência internacional *O Mundo num Livro - Abordagens Interdisciplinares aos Colóquios dos simples e drogas da Índia de Garcia de Orta Goa, 1563 — Lisboa, 2013*, organizada numa colaboração com Universidade Nova de Lisboa (Unidade de História e Filosofia da Ciência da Faculdade de Ciências e Tecnologia e Centro de História da Cultura, da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas).

Com o duplo propósito de aprofundar os estudos sobre Garcia de Orta e a sua contextualização e promover o debate sobre a história da medicina em Portugal, o encontro internacional reúne alguns dos principais estudiosos, portugueses e estrangeiros, da obra de Garcia de Orta.

Veja o Programa completo em:

http://www.gulbenkian.pt/index.php?object=483&article_id=4133langId=1

3. DISSERTAÇÕES RECENTES DA ÁREA DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA BIOLOGIA

SANTOS, Guilherme Francisco. A teoria da gastrea de Ernst Haeckel. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Orientador: Mauricio de Carvalho Ramos. Defendida em 07 de outubro de 2011.

Resumo: O objetivo principal de nosso trabalho é descrever e analisar criticamente o núcleo da teoria da gastrea de Ernst Haeckel. Ele gira em torno de duas noções principais: forma gastrular e metazoário. A teoria da gastrea é um conjunto de formulações que visa estabelecer uma definição de metazoário a partir da noção de forma gastrular. O argumento central da teoria da gastrea articula essas duas noções para organizar a partir de estudos de embriologia comparativa uma visão geral da história evolutiva do reino animal.

Palavras-chave: Teoria da gastrea, Ernst Haeckel, morfologia, metazoário, lei biogenética fundamental, história da biologia do século XIX, Fritz Müller, história da embriologia, filosofia da biologia.

DURBANO, João Paulo Di Mônaco. Investigação de concepções de alunos de ciências biológicas do IB-USP acerca da Natureza da Ciência. São Paulo, 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Biologia/Genética) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Orientadora: Maria Elice Brzezinski Prestes. Defendida em 05 de dezembro de 2012.

Resumo: Esta pesquisa objetivou levantar concepções de estudantes de Ciências Biológicas sobre a Natureza da Ciência (NdC). Para isso foram utilizados os questionários VNOS-C, desenvolvido por Norman Lederman, Fouad Abd-El-Khalick, Randy Bell e Reneé S. Schwartz, em 2002, e o questionário VOSE, desenvolvido por Sufen Chen, em 2006. Os dois questionários foram aplicados em alunos ingressantes do Curso de Ciências Biológicas do IB/USP em duas etapas, no início e final do primeiro semestre letivo. A fim de complementar os dados fornecidos a partir da aplicação dos questionários VNOS-C e VOSE, foi realizada uma triangulação de metodológica e de dados, onde buscamos: a partir de um questionário sociocultural e de opinião sobre a importância da NdC, traçar o perfil sociocultural e de opinião dos alunos a respeito das questões investigadas, e, a partir de entrevistas semiestruturadas com professores dos alunos investigados, conhecer possíveis abordagens, em sala de aula, sobre questões da NdC. Para a análise escolhemos alguns aspectos da NdC a saber: a criatividade e imaginação na construção do conhecimento científico, a inserção da ciência na cultura, o papel das teorias na construção do conhecimento científico, a diferença entre leis e teorias científicas e o caráter provisório do conhecimento científico. No questionário de opinião aplicado ao final do semestre os alunos declararam ter lembrado de alguns desses aspectos, que teriam sido abordados nas disciplinas cursadas. Os professores, durante as entrevistas, também declararam ter trabalhado alguns aspectos da NdC em sala de aula. Os resultados dos questionários VNOS-C e VOSE mostraram que foi possível observar mudanças nas respostas dos alunos apenas para alguns dos aspectos investigados. Acreditamos que a pesquisa fornece alguns elementos que podem alertar para a necessidade de que sejam desenvolvidas abordagens e temáticas explícitas de ensino *sobre* a ciência.

Palavras-chave: Natureza da Ciência, questionários VNOS-C e VOSE, concepções de estudantes sobre ciência.

CARVALHO, Eduardo Crevelário de. A controvérsia sobre a geração espontânea entre Needham e Spallanzani: implicações para o ensino de biologia. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Orientadora: Maria Elice Brzezinski Prestes. Defendida em 01 de março de 2013.

Resumo: Esta dissertação aborda a controvérsia entre o naturalista inglês John Turberville Needham (1713-1781) e o naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) sobre o tema da “geração” dos seres vivos. Inscrita no âmbito da História da Ciência e inserida na linha de pesquisa História Filosofia e Cultura no Ensino de Ciências, tem os objetivos de contextualizar a controvérsia Needham-Spallanzani a partir de estudos realizados por contemporâneos que desenvolveram trabalhos temática e metodologicamente semelhantes e de apresentar uma discussão sobre a ciência e o papel das controvérsias no desenvolvimento do pensamento científico. Além disso, discute a sua aplicação no ensino de Biologia, com vistas a uma abordagem explícita de questões relacionadas à Natureza da Ciência (NdC). Os resultados experimentais apresentados por Needham à Royal Society em 1748 continham evidências favoráveis à geração espontânea e foram apoiados por Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) e Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788). Incentivado por Charles Bonnet (1720-1793) e René Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1754), Spallanzani repetiu os experimentos de Needham e publicou os resultados em sua obra mais conhecida, Saggio di osservazioni microscopiche concernenti il sistema della generazione de’ Signori di Needham e Buffon (Ensaio de observações microscópicas sobre o sistema da geração dos Senhores Needham e Buffon) de 1765, em que refutou os resultados do naturalista inglês. A esse livro se seguiram comentários e objeções feitos por Needham em obra publicada em 1769, e uma tréplica de Spallanzani publicada em uma coletânea de trabalhos, Opuscoli di fisica animale e vegetabile (Opúsculos de Física animal e vegetal) de 1776. A análise da controvérsia permitiu concluir que nenhum dos dois autores mudou de posição em função dos experimentos realizados por estarem baseados em pressupostos teóricos distintos. Discutido à luz do papel das controvérsias científicas na ciência, o episódio possibilitou delinear componentes epistêmicos e não epistêmicos nas situações de conflito entre teorias científicas rivais, aspectos relevantes para a alfabetização científica almejada para o ensino de ciências.

Palavras-chave: História da Biologia, Filosofia da Ciência, geração espontânea, controvérsias científicas, Lazzaro Spallanzani, John Tuberville Needham, ensino de Ciências.

4. O USO DE MODELOS NA CIÊNCIA E NO ENSINO DE CIÊNCIAS¹

Maria Elice Brzezinski Prestes
Instituto de Biociências da USP
E-mail: eprestes@ib.usp.br

1 Introdução

O uso de modelos na prática científica tornou-se um tema de interesse à Filosofia da Ciência nas décadas de 1950 e 1960. Desde então, diversos autores atribuem aos modelos – assim como aos processos de sua elaboração (modelagem) e testagem – um papel dominante na atividade científica. Filósofos da ciência consideram que os modelos são tão necessários nas descrições científicas do mundo natural que se pode dizer que entender a ciência é entender os modelos usados pelos cientistas. Além de sua importância na pesquisa científica, vem sendo reconhecido também o papel fundamental dos modelos na comunicação do conhecimento e, por extensão, no ensino das ciências.

Apesar desse interesse relativamente recente dos filósofos sobre a natureza dos modelos, a

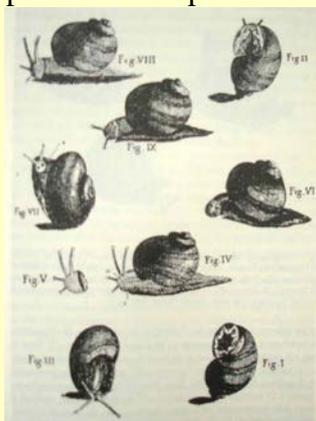
ciência trabalha cotidianamente com modelos, e há muito tempo. Para conhecer a estrutura molecular de uma proteína, por exemplo, os cientistas servem-se da construção de um modelo em escala que apresente conformações plausíveis em três dimensões. O exemplo paradigmático dessa prática é o modelo de dupla-hélice da molécula de DNA, proposto por Watson e Crick em 1953. Nesse caso, diz-se que o modelo serve como um “dispositivo de cálculo”, pois a construção da cópia ou réplica é o método mais simples para investigar a estrutura natural e as leis atribuídas ao sistema que foi modelado.

Um modelo nem sempre é de natureza tridimensional. As ilustrações que acompanham o texto dos livros didáticos, por exemplo, representam modelos pictóricos explicativos de estruturas e fenômenos.

Um modelo pode ainda não ter uma constituição material. Uma teoria que procura explicar um determinado fenômeno também é chamada modelo. Assim, por exemplo, podemos nos referir à teoria da evolução dos seres vivos segundo o *modelo* defendido por Charles Darwin, ou à teoria da origem microbiana das doenças segundo o *modelo* desenvolvido por Louis Pasteur.

Nas ciências da vida, os modelos estão presentes nas pesquisas desde há muito tempo, no que hoje é chamado “organismo modelo” (Figura 1). Um organismo modelo representa uma dada espécie que foi selecionada para uma pesquisa, de modo a possibilitar a generalização dos conhecimentos adquiridos para espécies congêneres. Nas pesquisas biomédicas em particular, “animais modelo” são usados para investigação de doenças similares às dos seres humanos.

Figura 1. Ilustração do resultado de experiências sobre a regeneração da cabeça de lesmas terrestres, realizadas por Lazzaro Spallanzani, em 1782.



Fonte: Spallanzani, Lazzaro. *Resultati di esperienze sopra da riproduzione della testa nelle lumache terrestri*, 1782.

O termo “modelo” está presente no jargão de grande parte dos cientistas (físicos, químicos, biólogos, geólogos, médicos etc.), além de filósofos, psicólogos e educadores. Na linguagem comum, as pessoas também costumam empregar o termo “modelo” com um significado próximo desses exemplos mencionados até aqui. Com base neles, vejamos então como podemos conceituar o termo “modelo”.

2 A natureza representacional dos modelos na ciência

Uma boa definição de modelo pode ser formulada a partir de reflexões pioneiras como as da filósofa da ciência Mary Hesse, em seu livro *Models and analogies in Science*, de 1966:

Modelos são analogias, isto é, são representações das coisas (ideia, objeto, processo, sistema, evento ou fenômeno) que guardam com elas certa similaridade.

Conforme o tipo de analogia em questão, Mary Hesse identificou duas categorias de modelos: “modelo lógico” e “modelo réplica”.

O “modelo lógico” deriva de uma analogia *formal*, ou *abstrata*, decorrente da Lógica, disciplina relacionada ao estudo de conjuntos de axiomas² e suas consequências dedutivas (teorias). Nesse caso, diz-se que há uma analogia *formal* entre, por exemplo, um pêndulo e um circuito elétrico porque ambos os sistemas são descritos por equações similares (entidades linguísticas).

O “modelo réplica”, por sua vez, deriva de uma analogia *material* ou de uma similaridade *física*. Esse é o sentido pelo qual o termo é entendido na linguagem comum e na maior parte da prática científica, como nos exemplos mencionados na seção 1. Uma réplica é uma reprodução ou cópia, exata ou muito próxima do original. Para Hesse, o exemplo paradigmático de modelo era o representar a teoria cinética dos gases como um conjunto de esferas movendo-se como as bolas de bilhar.

3 Propriedades e características dos modelos

Para o filósofo da ciência Ronald N. Giere, os modelos são as unidades da ciência que, organizadas em famílias, constituem a estrutura das teorias científicas. Cada modelo é um mapa cognitivo individualizado representando um tipo de situação possível e determinado por relações definidas. Para ilustrar suas ideias, Giere se serve de alguns exemplos de modelos.

O primeiro deles é derivado da Cartografia: um mapa é um exemplo de modelo baseado em similaridade topológica, determinado por relações espaciais. Segundo Giere, algumas propriedades dos mapas nos sinalizam características importantes que orientam a modelagem (ou seja, o processo de construção de modelos nas ciências): grau de similaridade, objetivo pretendido e contexto.

Um mapa, como o da figura 2, é um objeto físico representacional de uma cidade porque possui aspectos *similares* à região mapeada. Os mapas são similares, e não idênticos, porque *parciais* em três sentidos: representam apenas alguns aspectos do território (como, por exemplo, linhas representando ruas e quarteirões e ilustrações de edificações); os elementos representados podem aparecer de maneira incompleta (por exemplo, não contendo toda a extensão de uma rua ou não contendo a altura das edificações); possuem *precisão limitada* em relação aos aspectos incluídos (como, por exemplo, distâncias relativas no mapa podem não corresponder exatamente às distâncias relativas na superfície do território representado). Nem poderia ser diferente, pois o único mapa de identidade completa a um território seria o próprio território, que já não seria mais um mapa.

Um mapa deve refletir os *objetivos* dos desenhistas e interesses dos usuários de mapas, aspectos que guiam necessariamente a modelagem.

Figura 2. Mapa de algumas ruas de São Paulo com uma edificação.



Por fim, os mapas devem ser considerados em seus contextos. Em um contexto particular, pode-se especificar o que é similar a quê, de que maneiras e em que grau. Em um mapa de transporte

recentes em Ensino de Ciências tem mostrado que algumas abordagens pedagógicas do uso de modelos permitiram que os estudantes desenvolvessem uma consciência metacognitiva⁴, assim como forneceram ferramentas para os alunos refletirem sobre sua própria compreensão científica dos fenômenos.

Do ponto de vista epistemológico, a contribuição do uso de modelos nas aulas de ciências deriva do fato deles auxiliarem os estudantes a aprimorarem a sua compreensão sobre a Natureza da Ciência (NdC). Funcionando como elo de ligação entre os dois mundos, o dos cientistas e o da escola, os modelos e os processos de modelagem permitem conhecer a racionalidade científica e o modo como os cientistas trabalham. Além disso, os modelos são úteis no ensino porque refletem a natureza de disciplinas científicas próximas como a química, a física e a biologia.

5 Dificuldades a serem superadas na adoção de modelos e analogias no ensino de ciências

Tanto professores em sala de aula, quanto cientistas em congressos, explicam conceitos científicos abstratos e desenvolvem ideias complexas utilizando analogias e modelos, por meio da ação, da fala, da escrita ou de outra forma simbólica. Nesses casos, os modelos são referidos como *modelos de ensino*.

Contudo, embora pareça banal, o uso de analogias e modelos na sala de aula ainda não é tão frequente quanto se pudesse esperar e desejar. Talvez isso seja decorrente da carência de técnicas adequadas ao emprego de modelos e ao receio que os professores têm de elaborar analogias e modelos equivocados.

Como orientação aos professores, pode ser útil comparar as diferenças de *status* atribuído aos modelos por parte de cientistas e de estudantes. Entre pesquisadores, os modelos são tomados como invenções humanas baseadas em uma compreensão, *que sempre pode ser superada por outra*, de como funciona a natureza. Eles usam os modelos de modo pragmático, tomando-os como ferramentas. Isso é feito por meio da concentração em aspectos específicos do objeto ou fenômeno modelado, razão pela qual se sabe que o modelo é sempre “limitado” em algum aspecto chave. Em outras palavras, os cientistas sabem que os modelos são *parciais*.

Por sua vez, estudantes podem aprender um modelo e não o conceito que ele pretende ilustrar. Os estudantes podem não entender o próprio modelo, ao não perceberem os limites e a escala que foi adotada entre o modelo e a realidade que ele está representando. Isto ocorre porque podem não perceber as diferenças, ou seja, os atributos não compartilhados entre o modelo e o fenômeno modelado. Além disso, muitas vezes o uso de modelos é prejudicado porque os alunos tendem a escolher os modelos menos sofisticados, além de terem dificuldades em aplicar o modelo em contextos diferentes e podem misturar modelos gerando equívocos.

Algumas dessas dificuldades já foram documentadas como resultado de pesquisas em Ensino de Ciências dos últimos anos. Richard K. Coll (2005) inventaria algumas dessas pesquisas, citando que Smit & Finegold (1995) detectaram que os alunos podem entender os modelos que lhes são apresentados pelos professores (como modelos de corpo humano, de insetos, de órgãos ou esqueletos) como tendo o mesmo tamanho que o objeto modelado da natureza. Nesse caso, os alunos não compreendem que os modelos foram construídos segundo uma escala que não corresponde ao tamanho do original⁵.

É relevante conhecer essas dificuldades, registradas por meio de procedimentos de pesquisa em circunstâncias educacionais, porque elas fornecem pistas que podem orientar sobre os cuidados que os professores devem adotar quando trabalham com modelos⁶. No caso descrito, faltou distinguir mais fortemente para os estudantes, não as similaridades (geralmente discutidas em sala de aula quando se usam analogias), mas as *diferenças* entre o modelo e a realidade modelada.

6 Dicas para o trabalho com modelos no ensino

Do exposto até aqui, é possível delinear alguns aspectos que o professor deve utilizar quando constrói ou utiliza modelos no ensino de ciências ou biologia. Ao explorar um modelo para a compreensão de um fenômeno qualquer, é importante o professor motivar os alunos a refletirem sobre:

- 1) Quais são os *aspectos de similaridade* entre o modelo e o objeto ou fenômeno modelado?
- 2) Qual o *grau* dessas similaridades?
- 3) Qual é a escala utilizada no modelo? Quais seus limites?
- 4) Quais as *diferenças* entre o modelo e o objeto modelado?

Da análise dessas similaridades e diferenças emergirá a medida justa com a qual o modelo representa a realidade. Se o grau de similaridade for muito pequeno, isto é, se as diferenças forem mais significativas que as semelhanças, o modelo pode estar simplificando em demasia a realidade e, por consequência, comprometendo a compreensão almejada.

Notas de fim de texto

¹ Texto originalmente produzido para apostila da disciplina de “Biologia Molecular para Licenciatura”, ministrada no Instituto de Biociências da USP.

² Um axioma é uma proposição (sentença) que se admite universalmente verdadeira, sem exigência de demonstração, e da qual podem ser deduzidas demais proposições de uma teoria ou sistema lógico ou matemático. Mary Hesse cita a geometria elementar como a que mais facilmente exemplifica os modelos lógicos, como por exemplo, o axioma “quaisquer dois pontos se localizam em uma e apenas uma linha reta” é um modelo que se explica pelo conjunto de entidades (“ponto”, “linha reta”) que satisfazem o axioma.

³ Assim como Mary Hesse, Ronald Giere contrapõe os modelos representacionais *materiais* (mapas, diagramas e escalas) aos modelos representacionais *abstratos* (equações matemáticas). A tipologia de modelos e sua caracterização variam bastante entre filósofos da ciência, como levantado, por exemplo, por Luiz Henrique A. Dutra (2005) e Ileana M. Greca e Flávia M. T. dos Santos (2005).

⁴ A metacognição refere-se aos conhecimentos do sujeito relativos aos seus próprios *processos* e *produtos* cognitivos. Remete também para o controle ativo, regulação e orquestração desses processos. Produtos cognitivos são o que sei e o que não sei sobre determinado período histórico, sobre a célula etc. Processos cognitivos indicam como operam as funções mentais como a memória, o raciocínio, a compreensão, a atenção etc. O conhecimento explicitado acerca dos processos cognitivos traz incremento ao ensino-aprendizagem porque permite atenuar a má memória, desenvolver estratégias que ultrapassem o fracasso e que instruem sobre como permanecer atento, como compreender o que se lê etc.

⁵ Coll também descreve resultados de pesquisa (Farmer, 1994) sobre o uso que um professor fez de corante vermelho (como substituto de uma cultura de bactérias) como um modelo para avaliar uma técnica antisséptica e o fato de seus alunos citarem, equivocadamente, a cor vermelha como evidência da presença de bactéria.

⁶ Uma pesquisa realizada com alunos de 5ª série (Abell & Roth *apud* Coll, 2005) verificou que os alunos interpretavam o modelo piramidal de níveis tróficos da comunidade de um terrário como representando as necessidades de espaço dos organismos e não suas relações de energia. Quando convidados a abandonar o modelo científico e a construir seus próprios modelos, ficou evidente que possuíam ideias razoáveis sobre as relações numéricas na comunidade do terrário, indicando, felizmente, que sua aprendizagem tinha ido além das possibilidades aventadas pelo modelo.

Referências bibliográficas

- COLL, Richard K., FRANCE, Bev & TAYLOR, Ian. The Role of Models/and Analogies in Science Education: Implications from Research. *International Journal of Science Education* **27** (2): 183-198, 2005.
- DUTRA, Luiz Henrique de Araújo. Os modelos e a pragmática da investigação. *Scientiae Studia* **3** (2): 205-232, 2005.
- GIERE, Ronald N. Usando modelos para representar a realidade. Trad. V. A. Bezerra. Disponível em: http://www.geocities.ws/ufabc.bc1611/Giere_Usando_modelos_para_representar_realidade.pdf
- GRECA, Ileana M. & MOREIRA, Marco Antonio. Mental models, conceptual models and modeling. *International Journal of Science Education* **22** (1): 1-11, 2000.
- GRECA, Ileana M. & SANTOS, Flávia M. T. dos. Dificuldade da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da física e da química. *Investigações em Ensino de Ciências* **10** (1): 31-46, 2005.
- HESSE, Mary. Models and analogy in science. Vol. 5, pp. 354-359, in: EDWARDS, Paul (ed.). *The encyclopedia of philosophy*. New York: MacMillan, 1972.
- KIPNIS, Nahum. Scientific analogies and their use in teaching science. *Science & Education* **14** (3-5): 199-233, 2005.
- SILVA, Cibelle C. The role of models and analogies in the electromagnetic theory: a historical case study. *Science & Education* **16** (7-8): 835-848, 2007.

Citação bibliográfica deste artigo:

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Uso de modelos na ciência e no ensino de ciências. *Boletim de História e Filosofia da Biologia* **7** (1): 4-10, mar. 2013. Versão online disponível em <<http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-07-n1-Mar-2013.pdf>>. Acesso em dd/mm/aaa. [colocar a data de acesso à versão online]

5. “SOBRE O QUEBRA-CABEÇA DA EXISTÊNCIA”

Resenha do livro *Polemos: uma análise crítica do darwinismo*, de José Oswaldo de Meira Penna (Brasília: UNB, 2006. 434 p.)

José Costa Júnior
Estudante de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Filosofia,
Universidade Federal de Minas Gerais.
E-mail: Jose.costajunior@yahoo.com.br

O filósofo Willian Quilliam defende em seu *The moral theory of evolutionary naturalism* (1945) que existe um quebra-cabeça para as tentativas naturalistas e evolucionistas de explicação do comportamento humano: como explicar a existência de um comportamento moral ou social em indivíduos originalmente egoístas? Tal questão reconhece que os seres humanos são, assim como os outros animais, fruto do processo evolutivo, mas que não é possível explicar a existência do fenômeno moral através da teoria da evolução. O referido quebra-cabeça é o tema central de *Polemos: uma análise crítica do darwinismo*, livro do embaixador brasileiro aposentado José Oswaldo de Meira Penna, publicado em 2006 pela Editora da Universidade de Brasília. Assim como Quilliam, o objetivo de Meira Penna é mostrar a dificuldade de explicar a moralidade em termos materialistas (naturalistas e evolucionistas). No caso da teoria da evolução, como um processo que envolve a sobrevivência de alguns em detrimento de outros, poderia dar origem a um sentimento

altruísta? Nesse sentido, Meira Penna mira a proposta sociobiológica de Edward O. Wilson, quem afirmou em seu famoso *Sociobiology: The New Synthesis* que “cientistas e filósofos deveriam considerar conjuntamente a possibilidade de que chegou o momento de retirar temporariamente a ética das mãos dos filósofos e entregá-la aos biólogos” (Wilson, 1975, p. 480).

A primeira parte de *Polemos*, intitulada “Darwin e o darwinismo” divide-se em 10 capítulos, nos quais o autor apresenta digressões históricas sobre o tema: localiza em Empédocles as origens do materialismo (falta uma análise sobre Demócrito e o atomismo), apresenta as implicações da tese de Malthus sobre o crescimento populacional e o conceito de vontade em Schopenhauer, que, segundo uma discutível tese do Meira Penna, seriam alguns dos elementos presentes no darwinismo.

Também nesta primeira parte, o autor apresenta a questão geral tratada no livro. Defende que a abordagem do darwinismo para a moralidade seria incapaz de resolver a questão do “*puzzle* da existência”: como um comportamento moral ou social surgiu em indivíduos originalmente egoístas? Neste ponto, o autor mostra certo desconhecimento de uma série de análises sobre o tema desenvolvidas ao longo do século XX, que buscam dar uma resposta para o “*puzzle* da existência”, para além da proposta do darwinismo social, única tese que o autor parece conhecer acerca da relação entre a moralidade e a evolução. Entre tais propostas, incluem-se, por exemplo, a tese do próprio Charles Darwin acerca da origem dos sentimentos morais (hipótese desenvolvida em *A Origem do Homem e a Seleção Sexual*, de 1871), e a proposta do primatólogo Frans de Waal para a evolução da moralidade¹. Penna também mostra desconhecer as explicações acerca da origem do altruísmo via parentesco, proposta por Wiliam D. Hamilton, que o autor cita rapidamente no final do livro, mas que não tem suas consequências para o debate da origem da moralidade analisadas. Também não trata da proposta de Robert Trivers, acerca do altruísmo recíproco, entre outras teorias mais recentes, que envolvem a defesa da seleção de grupo ou o florescimento de outras capacidades cognitivas das quais a moralidade poderia ter florescido dentro do processo evolutivo.

Na continuidade, Meira Penna apresenta as reações imediatas à hipótese de Darwin e principalmente das implicações de tal teoria para a humanidade. Na sequência, apresenta e defende a crítica de Karl Popper (1994) ao darwinismo. Tais objeções têm por base o critério de demarcação popperiano, que defende que somente as teorias que podem ser falsificadas por experiência e testes possuem legitimidade científica. Para Popper a irrefutabilidade era própria das teorias pseudocientíficas, feitas de maneira a nunca serem refutadas. Assim, segundo tal critério, o darwinismo não seria uma teoria científica, dada a impossibilidade de testes da hipótese, o que faz Popper qualificá-lo como um “programa de pesquisa metafísica”. No entanto, são inúmeras as evidências da realidade da teoria da evolução, e, conforme a análise de Ernst Mayr sobre a questão, “a evolução é um processo histórico que não pode ser demonstrado com os mesmos argumentos e métodos por meio dos quais fenômenos puramente físicos ou funcionais são documentados. [...] A evolução como um todo e as explicações de eventos evolutivos particulares devem ser inferidas a partir de observações, onde as inferências devem ser depois testadas várias vezes a partir de novas observações” (Mayr, 1997, p. 134). Para além das evidências da evolução, o critério de demarcação estabelecido por Popper para definir o que é científico e o que não é, já é amplamente questionado na bibliografia atual sobre filosofia da ciência².

A primeira parte do livro contém discussões sobre finalismo, nominalismo e criacionismo, além de apresentar o caso de Thomas Scope, professor processado por criacionistas nos anos 1920 por ensinar a teoria da evolução nos Estados Unidos. Meira Penna não assume uma posição criacionista, e defende a relevância do conhecimento científico, no entanto, dentro dos limites daquilo que é possível ser conhecido nesses termos. Ainda assim, não fica claro se o autor defende ou não o criacionismo, pois durante boa parte do capítulo anterior é dedicada a atacar a teoria da evolução e seu potencial explicativo.

Na segunda parte do livro, o autor parte novamente para a história da filosofia para encontrar pressupostos materialistas e evolucionistas que poderiam vir a fundamentar o darwinismo, além de apresentar o darwinismo social, a eugenia, uma teoria antropológica da guerra e a sociobiologia de E. O. Wilson, alvo reiterado de suas críticas devido à sua tentativa de explicar a moralidade em termos evolucionistas. Trata-se de uma seção informativa, mas que também padece do desconhecimento de propostas teóricas recentes sobre os temas discutidos, principalmente acerca da relação entre moralidade e evolução. Um exemplo é ausência da reflexão de Peter Singer acerca dessa relação, desenvolvida em *The Expanding Circle: Ethics and Sociobiology*, de 1981 que trata especificamente das implicações da sociobiologia para a compreensão da moral.

Ainda na segunda parte, Meira Penna desafia a ideia de que de a biologia é a chave da natureza humana, o que, segundo o autor, já constitui por si mesma uma declaração de princípio materialista, ao qual se opõe. Em contraposição, acredita que a chave para a natureza humana esteja na psicologia, cujos métodos são irredutivelmente subjetivos. Dessa forma, qualquer tentativa “materialista” de explicação do humano seria infundada, uma vez que se trata de uma posição “metafisicamente estéril”: a escolha consciente e livre, por exemplo, seria algo que não se encaixa de modo algum nos pressupostos desse materialismo. No entanto, as tentativas de explicar a “natureza humana” a partir do processo evolutivo não necessariamente implicam um determinismo. A principal linha argumentativa de tais defesas aponta que a evolução nos dotou de certas capacidades, inclusive capacidades que envolvem o poder da escolha (como Daniel Dennett argumenta em *Freedom Evolved*, de 2003).

Já na terceira parte, Meira Penna retoma alguns temas de interesse histórico, tratando uma miríade de temas: a teoria do historiador britânico Arnold Toynbee (1889-1975), a recepção das ideias darwinianas e darwinistas no Brasil, uma discussão acerca da seleção sexual proposta por Darwin em 1871 (segundo Meira Penna, trata-se de um conceito que Darwin propôs para explicar fatos que a seleção natural não resolveria). No último capítulo desta terceira seção, há um debate acerca da questão racial no Brasil, em que, segundo o autor, os racistas utilizam a ideologia determinista e materialista para legitimar a dominação e a escravização de pessoas. Faz uma defesa kantiana da dignidade humana e, contra muito do que defende até esta parte do livro, defende também uma concepção de humanidade a partir do ambiente, da herança genética e da liberdade dentro da cultura. Uma proposta que poderia elucidar e ampliar a tese de Meira Penna contrária ao determinismo genético e biológico é desenvolvida em termos muito mais adequados por Richard Lewontin em *A Tripla Hélice*, de 2002.

Por fim, na última parte, o autor retoma para concluir algumas de suas ideias já desenvolvidas no livro em relação às origens biológicas da moralidade. Começa explicando que a possível origem biológica da moralidade preocupou os cientistas e filósofos desde quando a teoria de Darwin começou a expandir-se fora dos círculos dos especialistas que se haviam entusiasmado pela ideia de evolução. Porém, de acordo com a tese de fundo do livro, seria impossível fundar em teses empíricas naturalistas os sentimentos altruístas, compassivos e de obediência a um imperativo moral que elevem o homem ao nível de sua própria humanidade, tese próxima da proposta kantiana. Assim, o ponto crucial do naturalismo evolucionista, a transição de um relato puramente objetivo, empírico e descritivo do desenvolvimento dos fenômenos morais, para uma interpretação normativa da moralidade, não é fácil de modo algum. Porém, explicar a origem da capacidade para a produção das normas em termos evolucionistas, isto é, se tal capacidade de algum modo configura uma adaptação biológica que trouxe benefícios para nosso florescimento é uma possibilidade que de modo algum limita deterministicamente a ação humana nem retira sua dignidade. Pode apenas explicá-la, com o potencial de esclarecer como florescemos como seres morais e quais são assim nossos limites e possibilidades.

A tese que Meira Penna parece considerar aqui é simplesmente o darwinismo social de Spencer, porém, como já dito, diversos programas de pesquisa interdisciplinares, mas desenvolvidos no contexto da biologia evolucionista, buscam compreender a origem da moralidade a partir de vários cenários: origens da capacidade moral, do altruísmo, da sociabilidade, da normatividade, entre outros elementos da moral. No entanto, o objetivo de tais programas não é normativo, isto é, prescrever códigos de conduta com base em seus estudos e descrições. Seu objetivo é, simplesmente, explicar uma de nossas características distintivas em relação às outras espécies, também únicas. E assim iluminar a nossa reflexão acerca de como devemos viver.

No último capítulo, o autor fecha o livro afirmando que a ideia central de sua pesquisa foi “examinar as múltiplas implicações filosóficas, sociológicas e políticas do darwinismo”, mostrando objetivamente “a concorrência vital egoísta diante da constatação subjetiva da existência de imperativos éticos e sentimentos de compaixão”. No entanto, como vimos, o modo como a evolução opera realmente não nos diz nada acerca de como devemos viver; porém, conhecer nossa história cultural e biológica e o modo como nossas capacidades mais elaboradas floresceram pode contribuir para que avancemos “os melhores anjos de nossa natureza”, nas palavras de Abrahan Lincoln³. Ou como dito pelo escritor russo Anton Tchecov: “talvez o homem se torne melhor quando lhe for mostrado o que ele é”⁴.

O trabalho de Meira Penna é detalhado e historicamente informado, principalmente sobre o contexto social da descoberta de Darwin e as reações à publicação de *A Origem das Espécies*. No entanto, não pode ser qualificado como uma boa discussão do que é proposto no subtítulo. A sua análise crítica do darwinismo revisita algumas críticas anteriores e, quando se propõe a discutir a relação entre a moralidade e a evolução, acaba por fazê-lo de forma superficial. Porém, maior do que o problema relativo à superficialidade de sua crítica, está o problema relativo ao desconhecimento das discussões contemporâneas sobre a relação entre a moralidade e a evolução por parte do autor. Como o livro é recente (2006), era de se esperar que um trabalho tão ilustrado contasse com as análises atuais sobre o tema. Por outro lado, às vezes a terminologia não é adequada para uma obra acerca de uma temática tão polêmica quanto a da biologia e seu papel na sociedade humana. No debate sobre o homossexualismo, por exemplo, o autor utiliza o termo “bichas” para referir-se aos homossexuais.

Num país academicamente e culturalmente periférico como o Brasil, onde poucas traduções de obras transdisciplinares são realizadas, um aluno de graduação poderia encontrar o livro de Meira Penna e pensar que se trata de uma análise atual sobre um tema tão interessante, ligado a diversas áreas, como filosofia, biologia, antropologia, ciências sociais e religião. No entanto, apesar das inúmeras referências, o livro é bem pobre em relação ao que se pensa atualmente sobre a evolução da moralidade, as distinções entre os tipos de altruísmo, a relação entre a cooperação e os níveis de seleção natural. Com os desenvolvimentos da biologia evolucionista, tais elementos são parte de um dos problemas mais estimulantes dos últimos tempos: a relação entre o que somos e como devemos viver. Ou, nas elegantes palavras de Quillian, sobre “o quebra cabeça da existência”.

Notas de fim de texto

¹ O primatólogo Frans de Waal apresenta sua hipótese em *Good Natured: The Origins of Right and Wrong in Humans and Other Animals* (Harvard: Harvard University Press, 1997), onde trata de suas pesquisas sobre os sentimentos de empatia e reciprocidade em primatas não-humanos.

² Sobre a filosofia da ciência contemporânea, ver ROSENBERG, Alex. *Introdução à filosofia da ciência*. Tradução de Rogério Bettoni. São Paulo: Edições Loyola, 2009.

³ A citação é de um discurso de Lincoln quando seu país estava às voltas com a Guerra de Secessão, quando o então presidente clamou aos “melhores anjos de nossa natureza” para que seus compatriotas do Sul evitassem o conflito. A citação também intitula o mais recente livro do psicólogo

evolucionista Steven Pinker (*The Better Angels of Our Nature* (2011)).

⁴ A famosa citação consta na coletânea *Um Homem Extraordinário e Outras Histórias*. Tradução de Tatiana Belinky (São Paulo: L&PM Editores, 2007).

Referências Bibliográficas

- DARWIN, Charles. *A Origem do Homem e a Seleção Sexual*. Tradução de Susana Varela. Lisboa: Relógio d'Água Editores, 2009.
- DE WAAL, Frans. *Good Natured: The Origins of Right and Wrong in Humans and Other Animals*. Harvard. Harvard University Press, 1997.
- DENNETT, Daniel. *Freedom Evolved*. Nova York: Viking Adult, 2003.
- LEWONTIN, Richard. *A Tripla Hélice*. Tradução de José Viegas Filho. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- MAYR, Ernst. *O que é a Evolução*. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi e Sérgio Coutinho de Biasi. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 2009.
- SINGER, Peter. *The Expanding Circle: Ethics and Sociobiology*. Oxford: The Clarendon Press, 1981.
- QUILLIAN, Willian. *The moral theory of evolutionary naturalism*. Yale: Yale University Press, 1945.
- WILSON, Edward O. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1975, p. 480.

Citação bibliográfica deste artigo:

COSTA Jr., José. Sobre o quebra-cabeça da existência. *Boletim de História e Filosofia da Biologia* 7 (1): 10-14, mar. 2013. Versão online disponível em <<http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-07-n1-Mar-2013.pdf>>. Acesso em dd/mm/aaaa. [colocar a data de acesso à versão online]

OBJETIVOS DO BOLETIM

O objetivo do “Boletim de História e Filosofia da Biologia” é divulgar informações de interesse dos pesquisadores e estudantes interessados em história e filosofia da Biologia. Com periodicidade trimestral, este Boletim traz informações atualizadas sobre congressos e outros eventos relevantes (no Brasil e no exterior), novas publicações da área (livros e revistas), informações sobre teses e dissertações, informes sobre as atividades da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB), bem como artigos curtos, descritos abaixo.

Poderão ser publicados no “Boletim de História e Filosofia da Biologia” artigos assinados (curtos) que discutam temas gerais de interesse da área como, por exemplo, a metodologia da pesquisa em história e filosofia da biologia, ou o uso da história e filosofia da biologia no ensino; bibliografias comentadas sobre tópicos específicos de história e filosofia da biologia; e textos de divulgação. Podem também ser publicadas resenhas, assinadas, de livros recentes sobre história e/ou filosofia da biologia. Os artigos devem ser submetidos aos Editores deste Boletim (ver endereços no Expediente, ao final deste número). Todos os artigos submetidos devem ser elaborados tendo em vista os padrões acadêmicos usuais.

Boletim de História e Filosofia da Biologia ISSN 1982-1026

Expediente. O “Boletim de História e Filosofia da Biologia” é uma publicação trimestral da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB), iniciado em setembro de 2007, por Roberto de Andrade Martins. A partir de março de 2011 passou a ser editado por: Maria Elice Brzezinski Prestes, eprestes@ib.usp.br (Universidade de São Paulo); Lilian Al-Chueyr Pereira Martins, lilian.pereira.martins@gmail.com (Universidade de São Paulo/Ribeirão Preto); Aldo Mellender de Araújo, aldo1806@gmail.com (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e Waldir Stefano, stefano@mackenzie.br (Universidade Presbiteriana Mackenzie e Universidade Cruzeiro do Sul).

Endereço eletrônico: boletim@abfhib.org. URL: <http://www.abfhib.org/Boletim/>.

Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB)

Presidente: Maria Elice Brzezinski Prestes (Universidade de São Paulo)

Vice-Presidente: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (Universidade de São Paulo/Ribeirão Preto)

Secretário: Waldir Stefano (Universidade Presbiteriana Mackenzie e Universidade Cruzeiro do Sul)

Tesoureiro: Marcia das Neves (Secretaria Municipal de Educação de São Paulo)

Conselho:

Ana Maria de Andrade Caldeira (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho)

Anna Carolina Regner (Universidade do Vale dos Sinos)

Antonio Carlos Sequeira Fernandes (Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu Nacional)

Charbel Niño El-Hani (Universidade Federal da Bahia)

<http://www.abfhib.org>

ISSN 1982-1026



9 771982 102006